



## BEST AVAILABLE COPY

⑯ BUNDESREPUBLIK ⑯ **Patentschrift**  
DEUTSCHLAND ⑯ **DE 195 08 954 C 1**

⑯ Int. Cl. 6:  
**F 15 B 13/01**  
F 15 B 13/044



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Aktenzeichen: 195 08 954.5-53  
⑯ Anmeldetag: 13. 3. 95  
⑯ Offenlegungstag: —  
⑯ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 10. 96

(2)

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:  
Mannesmann Rexroth GmbH, 97816 Lohr, DE

⑯ Vertreter:  
Hauck, Graafls & Partner, 80336 München

⑯ Erfinder:  
Hahn, Harald, 97843 Neuhütten, DE; Patze, Helmut,  
97833 Frammersbach, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 27 57 660 A1  
DE 91 07 562 U1

⑯ Anordnung zum Einstellen der Absperrstellung eines gegen mindestens eine Feder arbeitenden  
Proportionalventils, insbesondere Wegeventils

⑯ Die Erfindung betrifft eine Prüfanordnung für Wegeventile  
zum Einstellen der Absperrstellung bei einer bestimmten  
Stromstärke. Hierzu wird an das Wegeventil ein Gleichgang-  
zylinder angeschlossen und wird das Ventil von einem  
Positionsregelkreis angesteuert. Sobald das Ventil in Ab-  
sperrstellung ist, kommt der Kolben des Arbeitszylinders  
zum Stillstand und in diesem abgeglichenen Zustand wird  
nun die Federvorspannung des Ventils so verstellt, daß die  
Absperrstellung bei einer bestimmten Stromstärke für die  
Magnetspule erreicht ist. Des Weiteren kann durch Vorgabe  
von geeigneten Sollwerten die das Ventil charakteristische  
Q/I-Kenntlinie bestimmt werden.

DE 195 08 954 C 1

DE 195 08 954 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Einstellen der Absperrstellung eines gegen mindestens eine Feder arbeitenden Proportionalventils, insbesondere Wegeventils gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus der DE 27 57 660 A1 ist eine hydraulische Steuerung für einen Arbeitszylinder mit einem Vier-/Drei-Wegeventil bekannt, dessen Steuerschieber mit einem Weggeber versehen ist. Die vom Weggeber entsprechend der Ist-Stellung des Steuerschiebers gelieferten Signale und die an einem Sollwertgeber eingestellte Spannung werden in einem Differenzverstärker verstärkt, der die Proportionalmagnete des Wegevents steuert.

Ferner ist aus der DE 92 07 562 U1 ein gegen eine Feder arbeitendes Proportionalventil bekannt, dessen Durchsatzvolumen im Verhältnis zum Eingangsstrom mittels einer Meßanordnung ermittelt wird.

Proportionalventile, insbesondere Wegeventile müssen daraufhin geprüft werden, daß bei Ansteuerung der Magnetspule mit einem bestimmten Strom die Absperrstellung des Ventils mit Sicherheit erreicht wird, das Ventil also den oder die Druckmittelwege zu einem Verbraucher völlig absperrt. Diese Prüfung hat man bisher so vorgenommen, daß man mit Hilfe eines Volumenstromsensors eine Durchfluß-Kennlinie des Proportionalventils aufgenommen hat. Es handelt sich also um eine Kennlinie, die ausgehend von einem maximalen Durchflußwert bei voll geöffnetem Ventil einen Minimalwert erreicht, wenn das Ventil allmählich in Richtung Absperrstellung verschoben wird. Bei einem Vierwege-Proportionalventil steigt dann die Kennlinie nach Überfahren der Absperrstellung wieder an, bis wiederum der maximale Durchfluß, diesmal in umgekehrter Strömungsrichtung, erreicht ist. Aus der Kennlinie läßt sich zwar graphisch die Mittel- bzw. Absperrstellung gut erkennen. Für eine automatisierte Erkennung eignet sich dieses Prüfverfahren jedoch nicht, weil der Kennlinienverlauf im Minimum einen Problembereich für die von einem Computer vorgenommene Auswertung darstellt. Es muß aber ein bestimmtes Minimum festgelegt werden und dann die Federvorspannung des Proportionalmagnets so verstellt werden, daß bei diesem Minimum ein vorbestimmter Strom durch die Magnetspule fließt, d. h., daß beim Ansteuern der Magnetspule mit diesem Strom mit Sicherheit die Absperrstellung des Ventils einstellbar ist. Bei dem bereits erwähnten Vierwegeventil soll beispielsweise dieser Strom 60% des Nennstroms betragen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zum Prüfen solcher Proportionalventile zu schaffen, mit der die vorgenannte graphische Auswertung der Ventilkennlinie vermieden wird, vielmehr die Absperrstellung des Ventils bzw. die hierfür erforderliche Stromstärke durch eine einfache Messung ermittelt werden kann.

Die genannte Aufgabe ist bei dem Ventil der eingangs geschilderten Art erfundsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfundsgemäß wird also mit Hilfe des von dem zu prüfenden Proportionalventil beaufschlagten Arbeitszylinders ein Positionsregelkreis aufgebaut. Dabei wird die Regelabweichung zwischen dem Positions-Istwert des Kolbens im Arbeitszylinder und einer Referenzspannung gebildet und die Regelabweichung einem

P-Regler zugeführt wird, dessen Ausgangssignal an einen Ventilverstärker geführt wird, der die Magnetspule des Proportionalventils speist. Diese Stromstärke wird gemessen. Solange das Wegeventil noch nicht die Absperrstellung erreicht hat, wird sich der Kolben des Arbeitszylinders verschieben. Bei einem bestimmten Sollwert für die Ventilposition fährt das Ventil in die Absperrstellung ein und damit kommt der Kolben des Arbeitszylinders zum Stillstand. Der Ausregelzustand ist erreicht. Jetzt wird die Federvorspannung des Ventils so verändert, daß dieser Ausregelzustand, also die Absperrstellung des Ventils bei einem vorbestimmten Strom durch die Magnetspule erreicht wird. Der Ausregelzustand des Positions-Regelkreises ist somit eine zuverlässige Anzeige dafür, daß das Ventil in der Absperrstellung ist. Der hierfür erforderliche Strom durch die Magnetspule kann am Prüfling durch Änderung der Federvorspannung leicht eingestellt werden. Erfundsgemäß ist somit die Ermittlung der Absperrstellung des Ventils leicht möglich und kann automatisch erkannt und von einem Prozessor gesteuert werden.

Selbstverständlich ist es dem Hydraulikfachmann bekannt, zur Ansteuerung eines Arbeitszylinders mit einem Proportional-Wegeventil einen Positionsregelkreis vorzusehen, um bestimmte Positionen des Zylinders anzufahren. Erfundsgemäß handelt es sich hier aber um die Anwendung einer solchen bekannten Anordnung zum Einstellen der Federvorspannung, die erforderlich ist, daß das Ventil beim Ansteuern mit einer bestimmten Stromstärke zuverlässig in der Absperrstellung ist. Dies ist natürlich mit den bekannten Positionsregelkreisen nicht beabsichtigt, die dazu dienen, den Hub des Kolbens am Arbeitszylinder zu regeln.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert, in der eine Prüfanordnung für ein Vierwege-Proportionalventil schematisch dargestellt ist. Die beiden Zylinderräume eines Arbeitszylinders 1 (Gleichgangzylinders) sind jeweils an dem A- bzw. B-Anschluß eines Proportionalventils 2 angeschlossen, dessen Schieber vom Anker einer Magnetspule 13 gegen die Vorspannung einer Feder 14 betätigt wird. Der P-Anschluß des Proportionalventils ist über einen Volumenstromsensor 3 und hier nicht weiter interessierende Schaltventile an eine Druckmittelpumpe 4 (Pumpe) angeschlossen. Der T-Anschluß des Proportionalventils führt zu einem Tank 5. Ferner ist an den A- bzw. B-Anschluß des Proportionalventils je ein Druckgeber 6 und 7 angeschlossen. Damit kann die Druckdifferenz zwischen den beiden Zylinderräumen des Arbeitszylinders 1 ermittelt werden. Überschreitet diese Druckdifferenz einen vorbestimmten Wert, so ist dies ein Anzeichen dafür, daß die Zylinderreibung zu groß ist, also Verhältnisse vorliegen, die für die Prüfung ungeeignet sind.

Der Prüfling ist das Stellglied des Lage-Regelkreises. Die Position des Kolbens des Arbeitszylinders 1 wird von einem Weggeber 8 gemessen und als Ist-Wert einem Positionsregler 9 (P-Regler) zugeführt, dessen Sollwert-Eingang mit X bezeichnet ist. Aus der Regelabweichung zwischen dem Positions-Ist-Wert und dem Sollwert X bildet der Positionsregler ein Signal zur Ansteuerung eines Ventilverstärkers 10, dessen Ausgangsstrom bei 11 gemessen wird und die Magnetspule 13 des Proportionalventils 2 ansteuert. Durch Verändern des Sollwerts X läßt sich somit jede Zylinderposition anfahren und zu jeder Zylinderposition gehört stets derselbe Strom, der nur von der Ventileinstellung (Bauteil-Toleranzen, Montageeinstellung) abhängt. Solange

der Sollwert X konstant gehalten wird, gelangt das Ventil durch die Gegenkopplungsschleife des Regelkreises automatisch in die Sperrstellung, in der kein Druckmittel mehr zum Arbeitszylinder fließt, und der Arbeitszylinder zum Stillstand kommt. Dies ist der Abgleichszustand, in dem nun die Vorspannung der Feder 14 so eingestellt wird, daß dieser Abgleichzustand bei einer bestimmten gewünschten Stromstärke, z. B. 60% des Nennstroms, erreicht wird. Dieser Vorgang läßt sich leicht automatisieren, also von einem Prozessor überwachen.

Ferner ist es bei dieser Prüfanordnung leicht möglich, den sogenannten Leckagestrom oder Steuerölverbrauch zu messen, also die Leckage, die in der Absperrstellung des Proportionalventils am Ventilschieber entlang zum T-Anschluß abströmt. Diese Leckage kann vom Volumenstromsensor 3 genau gemessen werden.

Mit der dargestellten Regelschaltung läßt sich auch die Durchfluß/Strom-Kennlinie des Proportionalventils 2 bestimmen. Hierzu werden geeignete Sollwerte X vorgegeben. Soll z. B. die gesamte Q/I-Kennlinie des Proportionalventils ermittelt werden, so erfolgt zweckmäßig die Sollwert-Eingabe X in Form einer Sinuskurve mit Hilfe eines Sinuswellen-Generators. Infolge der bereits erwähnten Gegenkopplungsschleife des Regelkreises ändert sich dann die Stromstärke I des Proportionalventils cosinusförmig.

So lassen sich durch die Änderung des Sollwerts alle Stromwerte I durchfahren, und für jeden Stromwert läßt sich der vom Proportionalventil jeweils eingestellte Durchfluß Q errechnen, indem der zugehörige, vom Weggeber 8 gemessene Weg s nach der Zeit differenziert und mit der Zylinderfläche multipliziert wird, d. h. der Durchfluß Q ergibt sich aus Kolbengeschwindigkeit  $\times$  Zylinderfläche. Durch entsprechende Wahl des Strommaximums bzw. Stromminimums am Proportionalventil hat man es in der Hand, entweder den gesamten Durchflußbereich des Proportionalventils zu bestimmen und nur einen Teilbereich, insbesondere in der Nähe der Sperrstellung des Proportionalventils, falls dies interessiert. Interessieren andererseits nur die Endwerte für den Durchfluß Q, so verändert man den Sollwert X für den Weg in großen Rechtecksprüngen (Sprungantwort), so daß der Positionsregler 9 in die Reglerbegrenzung fährt und den maximalen oder minimalen Strom ausgibt. Hieraus lassen sich wiederum die maximalen Durchflüsse durch das Proportionalventil in beiden Richtungen über den Ausdruck Geschwindigkeit  $\times$  Zylinderfläche bestimmen. Die rechnerische Ermittlung des Durchflusses Q hat den Vorteil, daß auf den Einbau entsprechender Durchflußmesser (Volumenstromsensor) verzichtet werden kann. So ist in dem Ausführungsbeispiel der Volumenstromsensor 3 für die Messung der sehr geringen Leckagemenge ausgelegt. Wollte man auch den Durchfluß des Proportionalventils im Regelbereich messen, so müßten entsprechende Durchflußmesser vorgesehen sein.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zum Einstellen der Absperrstellung eines gegen mindestens eine Feder arbeitenden Proportionalventils, insbesondere Wegeventils, wobei die Federvorspannung so eingestellt werden soll, daß in der Absperrstellung des Ventils ein vorbestimmter Strom in der Magnetspule fließt, dadurch gekennzeichnet, daß das Proportionalventil (2) in dem Strömungsmittelweg zwischen einem

Arbeitszylinder (1) und einer Druckmittelquelle (4) bzw. Tank (5) angeordnet ist, ein Weggeber (8) für die Bewegung des Kolbens im Arbeitszylinder vorgesehen ist und die Magnetspule (13) von einem Positionsregler (9) angesteuert wird, dem die Regelabweichung zwischen einem von dem Weggeber gelieferten Positions-istwert und einem Sollwert zugeführt wird, und daß die Feder (14) am Proportionalventil so eingestellt wird, daß der vorbestimmte Strom durch die Magnetspule bei Ausregelung der Regelabweichung fließt.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Druckmittelquelle (4) und Proportionalventil (2) ein Volumenstromsensor (3) vorgesehen ist, der in der Absperrstellung des Proportionalventils das Leckagevolumen des Proportionalventils mißt.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß an beide Zylinderräume des Arbeitszylinders (1) je ein Druckgeber (6, 7) geschlossen ist und die gemessene Druckdifferenz bei der Ermittlung der Absperrstellung einen vorbestimmten Wert nicht überschreiten darf.

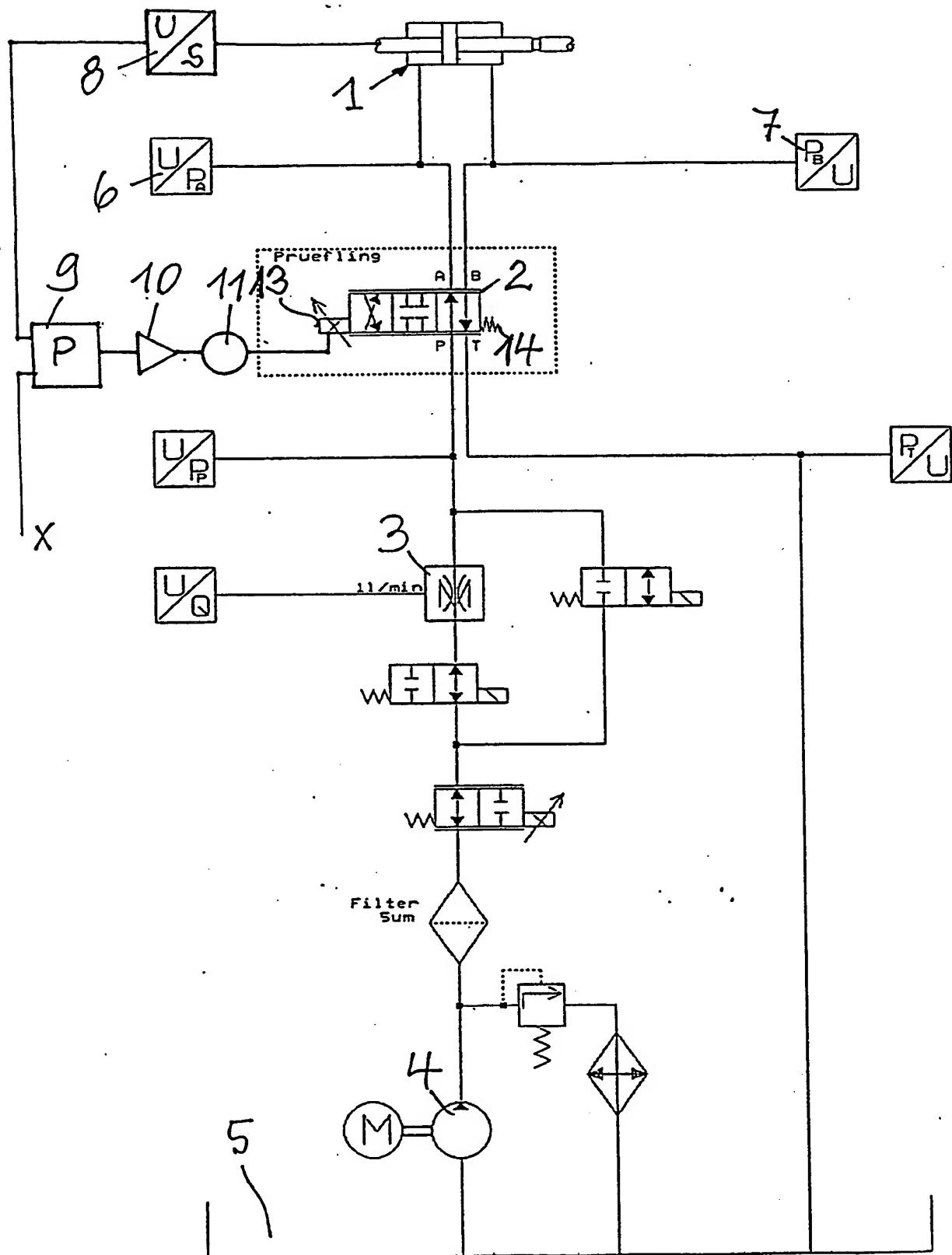
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Proportionalventil ein Vierwegeventil ist, die Zylinderräume eines Gleichgangzylinders man den A- bzw. B-Anschluß des Vierwegeventils angeschlossen sind und die Absperrstellung die Mittelstellung des Vierwegeventils ist.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Prüfanordnung zur Ermittlung der Absperrstellung des Proportionalventils von einem Prozessor gesteuert und überwacht wird.

6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch Vorgabe von sinusförmigen Sollwerten die Q/I-Kennlinie des Proportionalventils bestimmbar ist, wobei der Durchfluß Q rechnerisch aus der Zylinderfläche und der Kolbengeschwindigkeit ermittelt wird.

7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der maximale bzw. minimale Durchfluß des Proportionalventils durch Vorgabe eines sprungförmigen Sollwertes aus der Zylinderfläche und der Kolbengeschwindigkeit bestimmt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



**BEST AVAILABLE COPY****Closed position setting arrangement for proportional path valve****Publication number:** DE19508954**Publication date:** 1996-10-17**Inventor:** HAHN HARALD (DE); PATZE HELMUT (DE)**Applicant:** REXROTH MANNESMANN GMBH (DE)**Classification:****- International:** *F15B11/00; F15B13/01; F15B11/00; F15B13/00; (IPC1-7): F15B13/01; F15B13/044***- european:** F15B11/00B; F15B13/01**Application number:** DE19951008954 19950313**Priority number(s):** DE19951008954 19950313**Report a data error here****Abstract of DE19508954**

The valve closed position setting arrangement involves pre-stressing the spring so that with the valve in the closed position, a preset current flows in the magnetic core. The valve is in the middle flow path between a working cylinder (1) and a pressure source (4) or tank (5). There is a path reader (8) for the movement of the piston in the cylinder. The magnetic core (13) is controlled by a position regulator (9) to which the control difference between the actual position of the valve supplied by the path reader and an intended value. The spring (14) is set on the valve so that the preset current flows through the magnetic core when the control difference is regulated out.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)